

NATRIUMPOLYAKRYLAATTI JA KANGAS MUODONANNOSSA

Niklas Alenius

Materiaalitutkimus-kurssin tutkimusraportti

Muotoilun pääaine

Taiteiden ja Suunnittelun Korkeakoulu

Aalto-Yliopisto

3/2017

1 TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa käsitellään natriumpolyakrylaatin sekä kankaiden yhdistelmien mahdollisuuksia muotoilun sovelluksissa. Tavoitteena oli löytää materiaaliyhdistelmä joka mahdollistaisi rakenteellisesti kestävästä muodonannon, karsimatta natriumpolyakrylaatin vettä imeviä ja tilavuudeltaan laajenevia ominaisuuksia. Materiaaliyhdistelmän testaamisen lisäksi keskeisenä tavoitteena oli syvempi ymmärrys natriumpolyakrylaatista erityisesti empiirisesti kokeilemalla.

Tutkimus toteutettiin yhdistämällä ominaisuuksiltaan kolme erilaista tekstiiliä sekä kolmessa eri muodossa löytyvää natriumpolyakrylaatti yhdistettä. Koesarja koostuu 9 erilaisesta kankaan ja natriumpolyakrylaatin yhdistelmästä. Tarkoitus on vertailla veteen altistetun ja kuivana pysyneen koepalan ominaisuuksia ja eroavaisuuksia. kaikki koepalat valmistettiin ompelemalla kaavaa apuna käyttäen. Koepaloihin ommeltiin viisi leveydeltään erilaista kanavaa johon natriumpolyakrylaattia lisättiin sisään tilavuuden kanssa samassa suhteessa.

Natriumpolyakrylaattia lisättiin koepaloihin sama määrä lukumääräisesti laskemalla ja silmämääräisesti arvioimalla. Tutkimus suoritettiin empiirisenä tutkimuksena lopputuloksia aistein havainnoiden sekä mitaten.

Lopputuloksista selvisi että natriumpolyakrylaatti ja tekstiili ovat vähintään kehittämisen arvoinen materiaaliyhdistelmä. Etenkin ohuiden joustavien kankaiden, sekä paksumpien jäməkoiden kankaiden yhdistelmät vaikuttivat lupaavilta. Aion kehittää tulevaisuudessa pidemmälle vietyjä tuotekonsepteja tutkimuksen materiaaleihin pohjaten.

2 SISÄLLYS

1 TIIVISTELMÄ	2
2 SISÄLLYS	3
3 JOHDANTO	4
4 MENETELMÄT	5
4.1 MATERIAALIT	5
4.2 KOESARJA	6
5. TULOKSET	8
5.2 PIENET KUULAT	12
5.3 SUURET KUULAT	12
5.4 RAKEET	12
5.5 KANKAAT	13
5.6 VÄRIT	13
6. JOHTOPÄÄTÖKSET	14
7. LÄHTEET	15

3 JOHDANTO

Kartoitin tutkimukseni avulla natriumpolyakrylaatin ja kankaiden yhdistelmiä osana kolmiulotteisen objektin muodonantoa, rakennetta sekä funktiota. Tarkoituksena oli saavuttaa ymmärrys materiaalista tai rakenteesta joka kykenee säilömään huomattavan määrän nestettä, ollen silti helposti käsiteltävä niin käyttäjän kuin valmistajan näkökulmasta. Myös materiaalin laajentuminen ja kutistuminen kosteuden mukaan tuo kiinnostavan lisän mahdollisiin tuloksiin ja myöhempiin sovelluksiin.

Suoritin materiaalitutkimuksen 18 koepalan sarjan avulla. Sodium akrylaatin valmistuksen hankaluuden vuoksi turvauduin tutkimuksessani jo löytyviin kaupallisten tahojen materiaaleihin. Tutkimusmetodeja pohtiessani mietin hyvinkin erilaisia tapoja hyödyntää natriumpolyakrylaatin mahdollisuuksia muodonannossa. Käytössä olevan ajan ja resurssien valossa päädyin kankaan ja eri muotoisten natriumpolyakrylaattien yhdistelmään. Näin saavutin informaatiota kertoviin tutkimustuloksiin sekä perehdyin laajemmin materiaalin luomiin mahdollisuuksiin.

Materiaalin ainutlaatuiset ominaisuudet voisivat mahdollistaa laajojakin sovelluksia uusille innovaatioille ja tutkimustuloksille. Taka-ajatuksena materiaalitutkimuksen aiheen valinnalle oli henkilökohtainen kiinnostus kasvien kasvattamiseen ja siihen liittyvien ongelmien ratkaisemiseen muotoilun keinoin. Näen kasvien kasvatukseen liittyvien tuotteiden ja uusien innovaatioiden kehittämisen erittäin kiinnostavana ja lupaavana mahdollisuutena. Juuri tutkimani materiaalin ja rakenteen vettä sitovat ominaisuudet tuovat kiinnostavan näkökulman kasviteollisuutta pohtiessa. Myös materiaalin pitkä historia ja laajat sovellukset tuovat lisäaspekteja sovellusten pohtimiseen.

Tutkimuksen yksi keskeisimmistä tavoitteista oli luoda materiaali, johon yhdistetty natriumpolyakrylaatti kestää käsittelyä vettä imeneenääkin murtumatta. Pidän ekologista näkökulmaa elintärkeänä erityisesti kasviteollisuuden sovelluksia ja innovaatioita etsiessä. Yksi polyakrylaatin helmasynneistä onkin sen maatumattomuus.¹ Tavoitteenani olikin löytää biohajoamaton materiaaliyhdistelmä, jonka voisi poistaa polyakrylaatteineen maaperästä käytön jälkeen.

¹ P&G consumer care, henkilökohtainen tiedonanto 24.3.2017,
Mayagroup customer service, henkilökohtainen tiedonanto 8.3.2017

4 MENETELMÄT

Tutkimus suoritettiin tekemällä eri materiaaliyhdistelmiä sisältävä koesarja. Sarja sisältää 9 erilaista variaatiota kankaiden ja polyakrylaatin yhdistelmistä. Jokaisella koepalalla on saman materiaaliyhdistelmän omaava vertailuyksilö. Toinen näistä koepaloista altistetaan veteen ja toinen säilyy kuivana. Näin ollen tuloksia voi vertailla empiirisesti tunnustelemalla ja mittaamalla.

4.1 MATERIAALIT

Tutkimuksessa käytettiin kolmea erilaista kangaslaatua sekä kolmea erilaista natriumpolyakrylaattia. Kankaat valittiin valmistusmateriaalin, tunnun ja esteettisten ominaisuuksien mukaan. Oleellisin seikka valinnassa oli biohajoavuus. Tarkoituksena oli löytää kangas joka ei hajoaisi luontoon. Näin ollen päädyin keinokuiduista valmistettuihin kankaisiin. Myös polyesterikankaan hyvät kierrätysmahdollisuudet ja kestävyys² vaikuttivat myönteisesti lopulliseen valintaan

Natriumpolyakrylaatti $C_3H_3NaO_2$ on polyakrylaattihapon suola. Yhdisteen erityispiirteenä on sen kyky sitoa suuria määriä vettä hyvinkin nopeasti. Yhdiste kykenee sitomaan vesijohtovettä noin 300 kertaa omaan massaansa nähden³. Juuri natriumpolyakrylaatin vettä sitovat ominaisuudet tekevät siitä kiinnostavan tutkimuskohteen muotoilun näkökulmasta. Yhdiste onkin nykyään erittäin laajasti käytetty kuluttajatuotteissa kuten vaipoissa, kosmetiikassa kuin pesuaineissakin. Yhdistettä sovelletaan paljon myös esimerkiksi vesihuollon työkaluna.

Natriumpolyakrylaattien valintaan vaikuttivat suuresti aikataulu ja resurssit. Materiaalin valmistus tutkimusta varten osoittautui hankalaksi, joten turvauduin kaupallisilta tahoilta löytyviin valmiisiin vaihtoehtoihin. Halusin vaihtoehtoiksi fysiologisesti ja esteettisesti erilailla käyttäytyviä vaihtoehtoja. Materiaalin fyysinen olomuoto kuivana ei ole helposti muokattavissa esimerkiksi lämmön avulla⁴. Materiaalin hankintatavan vuoksi tutkimustuloksia ei välttämättä voi soveltaa kaikkiin natriumpolyakrylaattiyhdisteisiin.

Keskityin tutkimuksessani natriumpolyakrylaatin potentiaaliin fysiologisiin, sekä esteettisiin ominaisuuksiin, tämän vuoksi materiaalin työstön prioriteettina oli juuri vedessä

² Maija Fagerlund, henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2017

³ <https://www.cmu.edu/gelfand/k12-teachers/polymers/polymer-and-absorption/super-absorb-powder.html> haettu 24.3.2017

⁴ Emerging techonolgies, henkilökohtainen tiedonanto 28.2.2017

laajentuminen ja vedensitomiskyky. Näin ollen keskityn kuvaamaan materiaalin ulkoiseen olemukseen ja funktioon liittyviä ominaisuuksia.

TAULUKKO 1 Kankaiden ominaisuudet			
NIMI	MATERIAALI		TUNTU
PAKSU SATIINI	100% POLYESTERI		joustamaton käsillä vedettäessä
OHUT ORGANZA	100% POLYESTERI		joustaa hieman mutta ei veny
JOUSTAVA NEULE	93% POLYAMIDI 7% ELASTAANI		venyy runsaasti vedettäessä

TAULUKKO 2 Natriumpolyakrylaatin ominaisuudet				
NIMI	PAINO	PAINO VEDESSÄ	KOKO	KOKO VEDESSÄ
PIENI KUULA			HALKAISIJA 3mm	HALKAISIJA 13mm
ISO KUULA			HALKAISIJA 10mm	HALKAISIJA 55mm
KITEET			RAEKOKO N. 0.5mm	RAEKOKO N. 4mm

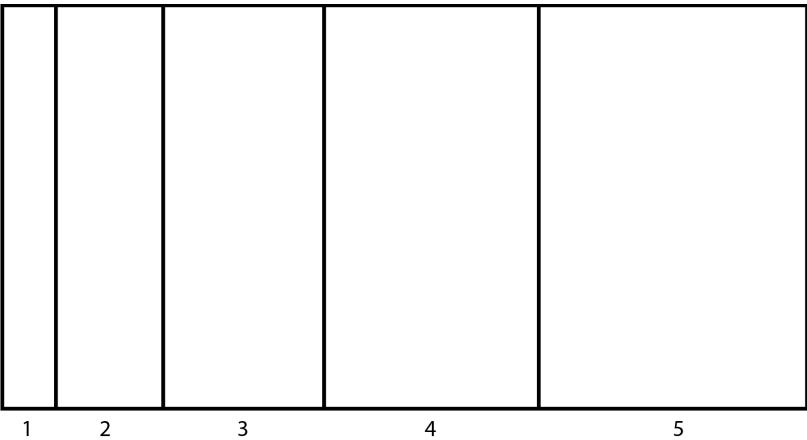
4.2 KOESARJA

Koesarjan tarkoituksena oli löytää empiirisesti parhaat mittasuhteet kolmiulotteisen objektin työstämiseen kankaan ja natriumpolyakrylaatin yhdistelmässä. Päätin siis testata koepalojen avulla ommellun rakenteen ja polyakrylaatin suhdetta ja vaikutusta. Ensimmäisten testien aikana ompelin kaksi koepalaa jossa kankaaseen ommeltujen kanavien koko vaihtui 1cm leveydestä aina 5cm leveyteen. Tässä erässä polyakrylaatin määrä oli joka kanavassa sama 5 pientä kuulaa. Totesin valmiiden koepalojen avulla pelkän ommellun kanavan tutkimisen olevan mielekkäämpää niin, että natriumpolyakrylaatin määrä suhteessa kanavan tilavuuteen on vakio.

Kaikissa sarjan koepaloissa natriumpolyakrylaatin ja kanavan tilavuuden suhde pysyi saman. Kätännössä tämä tarkoittaa molempien kasvamista samassa suhteessa. Kuulamuodossa ovat polyakrylaattipallot mittasin lukumäärän mukaan. Painon mittaaminen lukeutui pois määrien ollessa pieniä. Aluksi kokeilin punnitsemista keramiikan laboratorion vaa’alla, materiaali oli kuitenkin niin kevyttä että tehtävä oli mahdoton. Tämän vuoksi mittasin raemuotoiden polyakrylaatin silmämääräisesti. Teknisesti rakeiden saaminen kanavaan ja oikean määrän yllä pitäminen oli erittäin vaikeaa.

Tutkimukseni kannalta oleellisempaa oli materiaaliyhdistelmien ominaisuuksien testaus, kuin varsinaisen valmiin yhdistelmän löytäminen. Tämän vuoksi hyväksyin mittausmenotukseni silmämääräisen arvioinnin ja kuulien lukumäärän laskemisen.

Valmistin koepalat ompelemalla taulukon 3 osoittamalla tavalla eri yhdistelmistä koostuvia tilkkuja. Ompelin kaikkia tilkkuja kaksi kappaletta jotta materiaalien vertailu veteen altistamisen jälkeen olisi helppoa ja mielekästä. Käytin kaikkien koepalojen ompeluun tikinväliä 1 jotta saumasta tulisi mahdollisimman tiivis. Ompelemiseen käytin 100% polyesterilankaa.



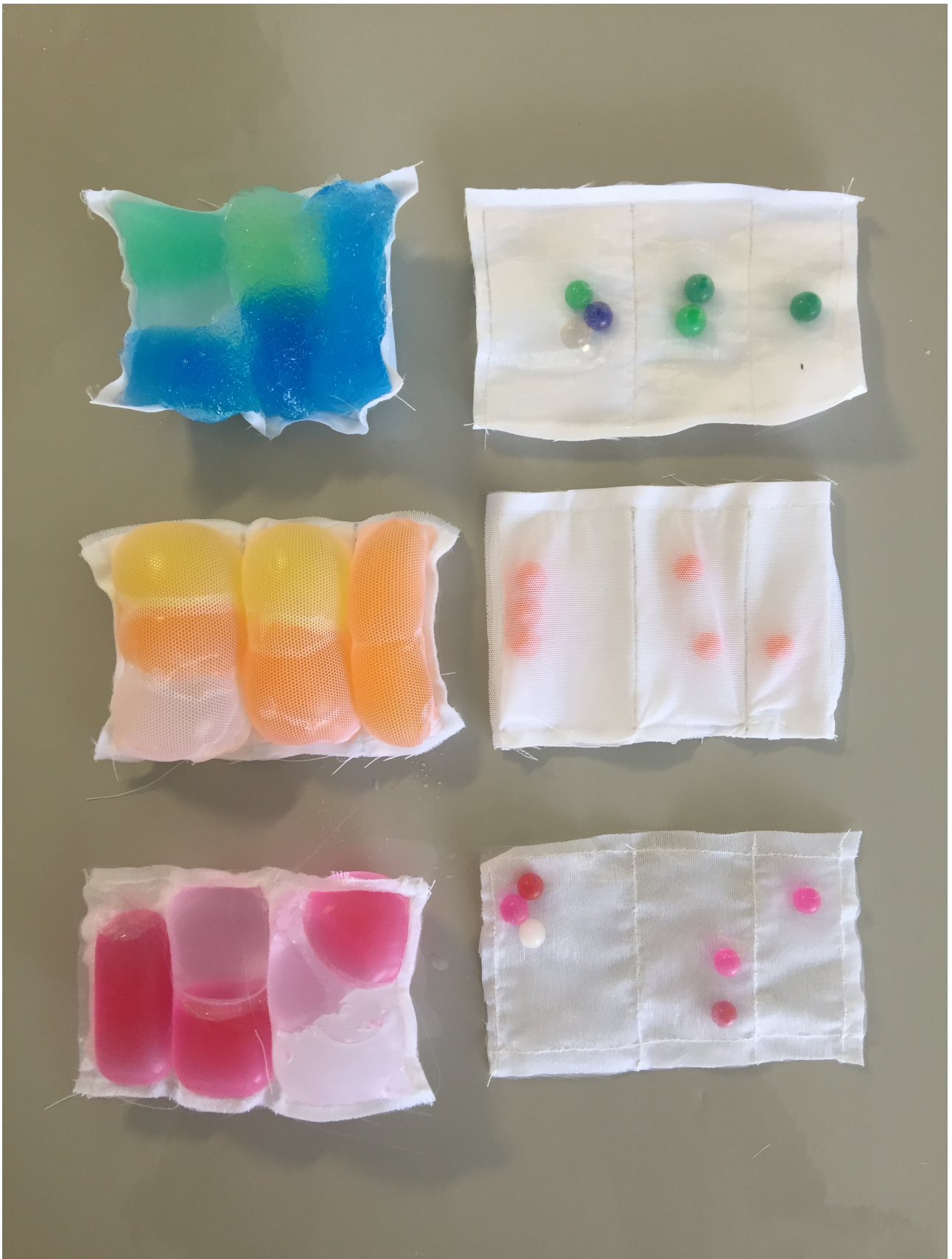
Kaavio 1 Koepalojen kaava

TAULUKKO 3 Koepalojen materiaaliyhdistelmät			
	NEULE	SATIINI	ORGANZA
ORGANZA	ISOT KUULAT PIENET KUULAT RAKEET	ISOT KUULAT PIENET KUULAT RAKEET	-

SATIINI	ISOT KUULAT PIENET KUULAT RAKEET	-	ISOT KUULAT PIENET KUULAT RAKEET
NEULE	-	ISOT KUULAT PIENET KUULAT RAKEET	ISOT KUULAT PIENET KUULAT RAKEET

5. TULOKSET

TAULUKKO 4 Koepalojen materiaaliyhdistelmät vedessä					
KANAVAN LEVEYS	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
organza, neule, pienet kuulat	Tiukka, kuulat eivät mahtuneet laajentumaan täyteen leveyteensä	napakka, kuulat mahtuivat laajentumaan luonnollisesti	napakka, antaa painettaessa periksi	kanava ei pysy muodossaan liikuteltaessa. Liian joustava	Liian joustava. Kanavassa tulisi olla enemmän kuulia jotta rakenne napakka
organza, satiini, pienet kuulat	Liian tiukka, materiaali pursuaa organzan läpi eikä mahdu laajentumaan.	Tiukka, materiaali ei pääse laajentumaan täyteen mittaansa.	Napakka, kuulat mahtuvat laajentumaan täyteen mittaansa kanavaan limittyen.	Napakka, kuulat täyttävät koko kanavan pysyen muodossaan	Napakka, kuulat täyttävät koko kanavan pysyen muodossaan.
organza, neule, isot kuulat	-	-	Napakka, kuula täyttää koko kanavan haljenneena kahtia	Napakka, kuulat täyttävät koko kanavan	Napakka, kuulat täyttävän koko kanavan.
organza, satiini, isot kuulat	-	-	Liian tiukka, lähes puolet materiaalista pursuaa organzan läpi, mahtumatta laajentumaan.	Liian tiukka, osa materiaalista pursuaa organzan läpi, mahtumatta laajentumaan.	Tiukka, kanava erittäin pinkeä, eikä kuulat mahdu laajentumaan täyteen mittaansa.
satiini, neule, isot kuulat	-	-	Tiukka, kuula täyttää koko kanavan kuitenkaan halkeamatta	Napakka, kuulat täyttävät kanavan muotonsa pitäen	Napakka, kuulat täyttävät kanavan muotonsa pitäen
organza, neule, rakeet	Tiukka, rakeet eivät mahtuneet laajentumaan täyteen mittaansa	napakka, rakeet mahtuivat laajentumaan luonnollisesti	Napakka, kuulat mahtuvat laajentumaan täyteen mittaansa. Vankka rakenne.	kanava ei pysy muodossaan liikuteltaessa. Liian joustava	Liian joustava. Kanavassa tulisi olla enemmän materiaalia jotta rakenne napakka
organza, satiini, rakeet	Liian tiukka, materiaali pursuaa organzan läpi eikä mahdu laajentumaan.	napakka, rakeet mahtuivat laajentumaan luonnollisesti	Napakka, materiaali mahtuu laajentumaan täyteen mittaansa kanavan täyttäen	Napakka, materiaali täyttää kanavan muotonsa pitäen	Napakka, materiaali täyttää kanavan muotonsa pitäen



Kuva 1 Koepalat rinnakkain, isot kuulat



Kuva 2 Koepalat rinnakkain, pienet kuulat



Kuva 3 Koepalat rinnakkain, rakeet

neule, satiini, rakeet					
---------------------------	--	--	--	--	--

5.1 KUVIA KOEPALOISTA

5.2 PIENET KUULAT

Pienten kuulien koepaloissa oli kiinnostavaa huomata optimaalisin kanavan leveys koepalaa tutkimalla. Melkein kaikissa koepaloissa optimaalisin leveys ja materiaalin määrä oli 10 kuulaa 2cm levyisessä kanavassa. Näin saavutettiin napakka muotonsa pitävä lopputulos, jossa kuulat kuitenkin mahtuivat laajentumaan täyteen mittaansa sopivasti keskenään limittyen. Tätä pienempään tilavuuteen mentäessä osa kuulista (taulukko 4) jopa pursui kankaan läpi loppuneen tilan vuoksi. Muissa kankaan sisällä pysyneissä yksilöissä kangas tuntui liian tiukalta ja kuulilla ei ollut tilaa liikkua lainkaan. 2cm leveyden yli mentäessä kanava alkoi tuntua löysemmältä, lopullisessa kolmiulotteisessa sovelluksessa tämä saattaisi aiheuttaa ongelmia muodon pysyvyyden kanssa.

5.3 SUURET KUULAT

Suurempia kuulia sisältäneissä koepaloissa oli kiinnostavaa huomata erilainen käyttäytyminen verrattuna pienempiin. Ilmeisesti materiaalin suuremman joustavuuden ja vedensitomiskyvyn seurauksena suuremmat kuulat muokautuivat paremmin kanaviin niiden ollessa ahtaitakin. Kuitenkin näissä koepaloissa oli myös huomattavissa otollisin kanavanleveys. Parhaimmat lopputulokset kävivät ilmi 4cm levyisistä, kaksi kuulaa sisältävistä kanavista. Näissä rakenne säilytti joustavuutensa ja napakkuutensa ollen silti tarpeeksi tilava kuulien täydelle laajenemiselle. Isojen kuulien tapauksessa ne kuitenkin muokkautuivat hieman ovaalimaisiksi muotoutuen kanavaan.

5.4 RAKEET

Pienten rakeiden muodossa oleva natriumpolyakrylaatti käyttäytyi olomuotonsa ansiosta erilailla kuin kuulamudossa oleva materiaali. Arvelin jo ennen koepalojen valmistusta ja testausta sen sopivuutta joillekin kankaille. Hypoteesini oli että varvempireikäisessä neuleesta polyakrylaattirakeet menisivät helposti vettä sidottuaan läpi. Ajattelin myös organzan soveltuvan paremmin tälle materiaalille. Arvelukseni osoittautuivat oikeaan

koepalojen testauksen jälkeen. Monissa koepaloissa materiaali puristui paineen alaisena kankaan kudoksen läpi, tämän pystyisi todennäköisesti välttämään käyttämällä vähemmän natriumpolyakrylaattia suhteessa kanavan leveyteen.

5.5 KANKAAT

Kaikki kankaat käyttäytyivät lähes tulkoon arvelemallani tavalla. Yllätyksiäkin kuitenkin nousi esiin. Neuleen ja ohuen organzan yhdistelmät olivat visuaalisesti kauniita ja rakenteellisesti kestäviä. Kuitenkin vaihtamalla ohut organza paksumpaan satiiniin, pystytään saavuttamaan vieläkin kestävämpi rakenne. Neuleen jousto-ominaisuudet soveltuivat erityisesti kuulien kanssa käytettäväksi, rakeet kuitenkin menivät helposti harvan neuleen läpi ollesaan vettä sitoneessa muodossa. Kokonaan joustamattomat kangasyhdistelmät aiheuttivat polyakrylaatin hajoamista tilavuuden ollessa liian pieni. Kuitenkin määrän ja tilavuuden suhteen ollessa tarkkaan mietitty, voisi nämäkin yhdistelmät olla lupaavia. Kaiken kaikkiaan sain kattavan käsityksen kankaiden toimivuudesta, löydösten perusteella voidaan sanoa vastaavien kudusrakenteiden olevan rinnastettavia tutkimuksen kankaiden materiaaleihin. Näin ollen mahdollisissa sovelluksissa kankaiden valintoja voi pohjata tutkimuksen löydöksiin, vaikkakin varsinainen kankaan rakenne taikka materiaali olisi eriävä.

5.6 VÄRIT

Myös koepaloista syntyneet väriyhdistelmät näyttivät kiinnostavilta. Erityisen lupaavia ovat neuleen alta kuultavat oranssin sekä turkoosin yhdistelmät. Myös organzan läpi pursunneet siniset ovat kiinnostavan näköisiä väriyhdistelmiä. Tulevissa testeissä myös rakeita voisi värjätä altistamalla ne värjättyyn veteen.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Analysoin tuloksia jokaista koepalaa tutkien ja vertaillen. Keskityin kuivan ja veteen altistetun kappaleen eroa ja muutoksia. Kaiken kaikkiaan tulokset olivat erittäin kiinnostavia ja odotuksesta poikkeavia. Kiinnostavaa oli huomata materiaaliyhdistelmien käyttäytyminen erilailla vaikka natriumpolyakrylaatin määrä suhteessa tilavuuteen, oli koepalan jokaisessa ommellussa kanavassa sama. Koepaloja tarkastelemalla voidaan todeta materiaaliyhdistelmien sopivan pidemmälle vietyihin tuotekonsepteihin ja jatkokehitykseen. Erityisesti kasvitutannon sovellusten tuomat mahdollisuudet tulosten parissa vaikuttavat mielenkiintoisilta. Aion viedä tutkimustuloksia pidemmälle ja testata materiaalin toimimista käytännössä.

Löysin tuloksista myös esteettisesti hyvin mielenkiintoisia tuloksia. Erityisesti värillisten kuulien ja läpikuultavien kankaiden yhdistelmistä kävi ilmi kiinnostavia visuaalisesti viehättäviä lopputuloksia. Myös raemuotoinen natriumpolyakrylaatti näytti kiinnostavalta yhdistettynä kosteana lähes läpinäkyvään organzaan. Ylipäättään koko materiaalin luonne ja muodonmuutos oli kokonaisuutena kiinnostava.

7. LÄHTEET

Biohajoavuus:

P&G consumer care, henkilökohtainen tiedonanto 24.3.2017

Mayagroup customer service, henkilökohtainen tiedonanto 8.3.2017

Polyesterin kierrätys:

Maija Fagerlund, Henkilökohtainen tiedonanto 17.3.2017

Veden sitomiskyky:

<https://www.cmu.edu/gelfand/k12-teachers/polymers/polymer-and-absorption/super-absorb-powder.html> haettu 24.3.2017

Muokattavuus:

Emerging techonolgies, henkilökohtainen tiedonanto 28.2.2017